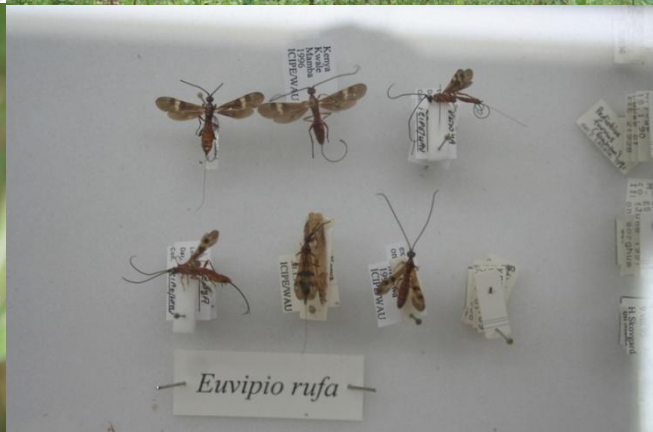


# Rapport de mission effectuée au Kenya

(20 septembre au 1<sup>er</sup> octobre 2010)



**P. Silvie**

**CIRAD, UPR SCA (102)**

## Remerciements

Je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé à organiser les diverses rencontres avec les acteurs identifiés à partir de la France : en particulier, Carolyn Atieno Akal, secrétaire de l'ICIPE, qui a effectué tous les contacts et synchronisé parfaitement le calendrier difficile des rendez vous à Nairobi, et mon collègue de l'IRD, Bruno Le Rü, qui a suivi de longue date tous les échanges établis. Je remercie Jean Albergel et l'IRD de m'avoir facilité les déplacements à Nairobi et dans le pays en me prêtant un véhicule et un téléphone portable, et Gerphas Okuku, technicien de laboratoire à l'ICIPE depuis 15 ans, pourvu d'une grande expérience et disponibilité, mis à ma disposition pour la conduite à gauche, qui a contribué largement aux échanges, notamment avec Delphine Birman, étudiante en thèse (CIRAD) à Kisumu.

Merci à toutes les personnes rencontrées pour leur disponibilité et les documents remis ainsi qu'aux Institutions qui ont contribué à la parfaite réalisation de la mission, notamment le CIRAD, l'ICIPE, et l'IRD (ordre alphabétique).

## Résumé (base de données Agritrop du CIRAD)

La visite a montré que la libération commerciale de cotonniers Bt (à deux gènes) et du maïs Bt (un gène) résistants aux insectes n'est pas pour demain (2011/2012 pour le cotonnier, 2014 pour le maïs). En conséquence, le projet (*concept note*) initialement rédigé doit être revu avec une approche plus écologique sur le terrain (biodiversité, services des écosystèmes, plantes hôtes refuges, déplacements d'insectes). Des activités de laboratoire peuvent cependant être initiées rapidement (*base line studies*), une fois les élevages manquants (*H. armigera*) initiés. La gestion des foreurs du maïs et des insectes ravageurs du cotonnier restent des sujets d'importance majeure dans ce pays. Les partenaires potentiels rencontrés et les infrastructures disponibles permettent une recherche de qualité. Deux échelles d'étude peuvent être envisagées: les petits producteurs et les grands fermiers producteurs de semences. Un appui à des études socio-économiques serait fortement apprécié des partenaires.

## Introduction : objectifs et déroulement de la mission

Les termes de références présentés en Annexe 1 précisent les actions qui étaient initialement prévues. Parmi celles-ci, il n'a pas été jugé utile de présenter le diaporama issu d'une note de conception (*concept note*) rédigée en France (*Scientific Assessment of Genetically Modified Plants (GMP) in Eastern Africa*) du fait de son décalage perçu assez rapidement par rapport à la situation réelle rencontrée sur place.

Le déroulement de la mission est présenté en Annexe 2. Après de premiers contacts effectués à Nairobi auprès de diverses institutions, Bayer, CIMMYT, ICIPE, KARI – Katumani (Machakos) et NARL (Nairobi), KARI - Thika, Kenyatta University, Université de Nairobi, PBS/IFPRI, cette dernière hébergée à l'intérieur de l'ILRI, nous avons pris la route le samedi pour Kitale, dans l'ouest du pays, puis Kisumu via Kakamega. Après deux jours passés avec Delphine Birman, nous sommes rentrés le mercredi à Nairobi pour poursuivre les rencontres institutionnelles (KEPHIS, IRD, CIRAD, ICIPE).

Il a été possible de récupérer des documents, notamment auprès de M. David Wafula (programme PBS de l'IFPRI), du KESREF, de l'ICIPE et du KARI Kitale.

En revanche, il ne m'a pas été possible, faute de temps, de me rapprocher de l'ASARECA ou de l'AATF (noms suggérés : Francis Nangayo, regulator affairs manager et Silvester Oikeh, Project Manager) qui participe au projet WEMA (plants de maïs tolérants à la sécheresse) sur 5 pays de la sous région.

Stephen Mugo (CIMMYT), qui a longtemps travaillé et rédigé sur les expérimentations faites avec le maïs Bt, n'était pas présent au rendez vous.

La mission était programmée essentiellement vers la reconnaissance de partenariats possibles avec des entomologistes, nombreux dans les diverses institutions du pays (hors KESREF) et des visites de terrain dans l'Ouest du pays, avec un appui à la doctorante CIRAD. Il n'a donc pas été possible de rencontrer également des chercheurs pouvant influencer des décisions, tels le Dr. Gichuki du KARI (département de Biotechnologie), ou des enseignants universitaires dans le domaine de la biotechnologie. Je n'ai pas eu le temps de visiter le laboratoire BECA de l'ILRI (les temps de déplacement dans Nairobi sont impressionnants !).

Un autre thème pouvant être important (au niveau des contacts pour un projet portant sur l'évaluation du maïs Bt) est celui des aflatoxines, contaminant des épis de maïs en stockage. Je n'ai pas pu me renseigner auprès du National Cereals Products Board (NCPB) à Nairobi.

## **Observations sur les thématiques abordées**

### ***Les OGM au Kenya***

Le Kenya, signataire du protocole de Cartagena et de la Convention sur la Biodiversité, a mis en œuvre en 2009 sa Loi sur la Biosécurité (Biosafety Act, enregistré au journal officiel, Annexe 5). Le processus a été long, il est relaté en détail dans le document remis par D. Wafula, qui a produit divers documents au sein de l'African Center for Technology Studies (ACTS) (Karembu M., Otunge D. & Wafula D. 2010. *Developing a Biosafety Law. Lessons from the Kenyan Experience*. ISAAA AfriCenter, Nairobi, Kenya, 62 p.).

Le processus a abouti à la création de la National Biosafety Authority, secondée par le KEPHIS (Kenya Plant Health Inspectorate Service). Divers appuis institutionnels ont contribué à l'avancée du dossier relatif à l'expérimentation des plants Génétiquement Modifiés, dont des visites de champ (en Afrique du Sud, par exemple) et des formations de diverses natures (juridique, communication) organisées au bénéfice de responsables importants (MP = Membres du Parlement) (voir e.g. *Final report of the training course on communicating the risks and benefits of modern biotechnology*, atelier organisé par AICAD, JKUAT, 22-23/06/2009).

Mais selon les diverses personnes rencontrées, du fait de l'absence de *regulations* (normes d'application ou *scientific guidelines*) les dates de mise en culture de plantes Bt ne sont pas encore déterminées. Elles sont variables selon la culture considérée. Le cotonnier et le maïs sont les plantes qui sont mentionnées en priorité, mais la patate douce et le manioc ont également fait l'objet de travaux de recherche en biotechnologie moderne dans ce pays.

### **La situation du maïs**

Cette céréale est cultivée dans la région de Kitale sur de grandes surfaces par des *Seed Companies*, ou des fermes dites d'Etat, ce qui alimente le marché de la semence, notamment pour les petits agriculteurs, mais également les silos de l'Etat (sécurité alimentaire). La protection phytosanitaire du maïs ainsi cultivé contre les deux principaux foreurs mentionnés, *Busseola fusca* (page de couverture) et l'espèce invasive *Chilo partellus* (foreur



ponctué, photo ci-contre) ne semble pas très importante. Ceci permet leur développement et celui de leurs ennemis naturels : natif, comme l'hyménoptère parasitoïde *Cotesia sesamiae*, spécifique de *B. fusca*, ou introduit et établi, comme *Cotesia flavipes*, sur *C. partellus* et *Chilo orichalcociliellus*. *C. flavipes* est « encapsulé » par les réactions de défense de *B. fusca*, mais il peut être observé (rarement) lorsque *C. sesamiae*, qui empêche cette encapsulation, est également présent.

Les dégâts des deux espèces sur maïs sont aisés à repérer (cf. photos ci-après) : présence d'excréments dans les cornets, feuilles perforées, trou d'émergence de l'adulte (préparé par



la larve avant la nymphose). La présence de cœurs morts est également un bon indice de la présence des foreurs. Dans ce cas, la plante ne produira pas d'épi. Le pourcentage de plants attaqués peut être une première variable facile à observer/employer.

Divers paramètres peuvent influencer la biologie (diapause ou non) et l'écologie des foreurs observés. La diversité des foreurs de tiges (*stem borers*) est importante car les espèces *Sesamia calamistis* et *Eldana saccharina* sont également présentes, en plus des trois espèces déjà signalées, ainsi que *Sesamia nonagrioides* trouvée dans des Graminées des milieux humides, mais également observée en Espagne, en passant par la Grèce.



Une impressionnante littérature a été produite en 10 ans par l'équipe de B. le Rü (IRD/ICIFE), références présentées (partiellement) par thématiques en Annexe 3. Une collaboration avec l'INRA de Versailles (B. Frérot) a notamment été développée par P.-A. Calatayud sur la thématique des interactions biochimiques plante-insecte et hôte-parasitoïde.

Une très grande diversité de situations est relevée pour cette culture au Kenya. L'altitude est un facteur qui fait opter pour des variétés à cycle très long (10 mois au champ) produisant de longs épis, la saisonnalité des précipitations (une ou deux saisons des pluies) est un autre paramètre à considérer, ainsi que les variétés ou hybrides, dans l'écologie de ces ravageurs. Dans un tel contexte, leur gestion nécessite une bonne connaissance des cycles cultureux et de leur superposition éventuelle, des plantes-hôtes, refuges potentiels hors des cultures, des déplacements de ces insectes sur de longues distances (zones sèches vers zones vertes), et du rôle de régulation des ennemis naturels, dont notamment celui des parasitoïdes. De bonnes connaissances sur les mouvements de populations sont nécessaires pour aborder toute stratégie d'évitement d'une résistance et donc définir les actions à mener après la libération commerciale des plants Bt.

### **Le cas du maïs Bt**

Les acteurs rencontrés ont bien précisé que la toxine Cry1Ab, présent dans le Mon 810, n'était pas efficace au Kenya contre *B. fusca*. Des variétés de maïs portant ce gène ont cependant été employées avec succès dès 1998 en Afrique du Sud, semble-t-il, contre ce ravageur, avant que certains auteurs (Van Rensburg, Van den Berg) ne rapportent un phénomène de résistance. La comparaison des situations d'Afrique du Sud et du Kenya est donc un aspect important à étudier, ce que fait déjà l'IRD (Pascal Campagne).



De ce fait, les chercheurs du KARI et du CIMMYT sont en position d'attente de nouvelles variétés, avec d'autres gènes qui seraient proposées par la firme Monsanto. L'échéance de 2014 est mentionnée pour une éventuelle libération commerciale de variété transgénique résistante aux foreurs. Les recherches variétales actuelles sont donc orientées principalement vers la résistance naturelle de la plante-hôte (maïs). Les techniques d'élevage individuel



de *B. fusca* et *C. partellus* pratiquées par Regina Tende (cf. photo), au KARI- Katumani (Machakos), sont issues d'un apprentissage à l'ICIPE. Elles ont pour vocation de produire des insectes pour les tests de résistance variétale après infestation artificielle des lignées au champ. Cette chercheuse du KARI a réalisé son Master et publié un des rares articles sur les essais biologiques réalisés avec du maïs Bt au Kenya (feuilles importées du Mexique). Ces recherches sont effectuées en collaboration avec le CIMMYT, avec la méthodologie classique qui consiste à observer et dénombrer les cœurs morts, les dégâts foliaires et mesurer la longueur des tunnels à l'intérieur de tiges. La thématique des plants de maïs tolérants à la sécheresse est un autre élément fort de la programmation d'une seconde équipe de recherche au CIMMYT. Une troisième équipe travaille sur la résistance aux maladies. Les trois équipes évaluent des lignées qui sont ensuite destinées à créer des hybrides. Une étudiante (PhD à l'université de Makerere) scrute les mécanismes physiologiques de résistance (antixénose par les trichomes, antibiose par le composant Dimboa).

Le programme de travail de l'IRD ([www.legs.cnrs-gif.fr/perso.php?id=leru&lang=uk](http://www.legs.cnrs-gif.fr/perso.php?id=leru&lang=uk)) considère bien la thématique de la résistance des foreurs de tiges à la (ou aux) toxine(s) produites dans les plantes, notamment par rapport à la stratégie « haute-dose refuge » ou HDR, qui implique l'existence de zones refuges (produisant normalement des individus qui restent sensibles à la toxine).

"The introduction of GMO in East Africa is imminent (the first tests of transgenic maize were introduced in 2010 in Kenya): do the wastelands rich in wild host plants of noctuid stem borers constitute an effective strategy to preserve significant genotypes in the African agricultural context? How the predicted global changes (temperature, CO<sub>2</sub>, anthropism) will affect the stem borer communities and their interactions with their main natural enemies ?"

Le programme de travail de Pascal Campagne (IRD, contractuel pour une année, après son Post-Doc) rencontré à Paris après la mission, cherche à élargir les études restreintes par la prise en compte des hypothèses initiales généralement émises pour l'application de la stratégie HDR : résistance à caractère récessif, un seul gène concerné, fréquence initiale des allèles de résistance basse, probabilité forte de croisement entre individus des zones de

culture Bt et non-Bt. Ce programme nécessite des données de terrain sur les déplacements et les croisements d'insectes d'une espèce donnée.

### ***La situation du coton***

Charles Waturu est le bon contact au Kenya pour tout ce qui concerne le cotonnier Bt résistant aux chenilles dont *Helicoverpa armigera*. Pour cette plante, l'année de libération commerciale annoncée est 2011, ou 2012 si les normes de suivi post libération mettent plus de temps à être acceptées.

Pour le cotonnier, je n'ai pu récupérer les données portant sur les essais réalisés en serre ou milieu confiné et parcelles de champ isolées, données qui ont contribué normalement à l'acceptation de la libération commerciale des plants porteurs de deux gènes (Bollgard II), comme au Burkina Faso. Il n'y a pas eu de publication de résultats, seulement des présentations sous forme d'exposés dans diverses conférences.

J'ai pu récupérer un document de synthèse un peu ancien auprès de David Wafula (IFPRI/PBS) :

\* Wakhungu, J.W. & Wafula, D. K. 2004. Introducing Bt cotton. Policy lessons for smallholder farmers in Kenya. ACTS, Nairobi, Kenya, 85 p.

C. Waturu m'a promis de m'envoyer des éléments actualisés sur la culture du cotonnier au Kenya (je lui avais donné une publication du Burkina Faso). Il m'a également fait part et imprimé une liste d'activités prévues de développer au Kenya après la libération (cf. Annexe 6). Certaines d'entre elles auraient du/pu faire l'objet de travaux avant la libération. La stratégie de gestion de la résistance est le point focal des recherches à développer. Les études prioritaires mentionnées par Ch. Waturu sont celles portant sur la sensibilité initiale à la toxine, les plantes-hôtes de *Helicoverpa armigera*, ainsi que des travaux en socio-économie. Le chercheur kényan est responsable de deux étudiants en PhD et deux Masters. John Greenplate, entomologiste renommé, travaillant aux USA chez Monsanto, est son contact/collaborateur.

## **Observations relatives aux acteurs rencontrés et infrastructures**

### ***Université, enseignement et possibilités d'encadrement de thésards***

Lors de mon séjour, j'ai rencontré des responsables de deux universités (University of Nairobi et Kenyatta University, proches de l'ICIPE – signature d'un *MOU* avec Kenyatta Univ.), ainsi qu'un étudiant (Robert Nyuruki) d'une troisième (Moi University) qui veut commencer un PhD au campus de Eldoret. J'ai commenté sa proposition de sujet de thèse le dimanche matin, à Kitale, avec Margaret Mulaa (KARI) qui m'avait adressé un texte avant mon départ pour le Kenya. Pour la doctorante Betty Mulianga (rencontrée à Kisumu, au

KESREF) j'ai proposé un contact avec une spécialiste brésilienne de SIG qui va travailler également sur la canne à sucre (Ziany Neiva, EMBRAPA). « Collaboration is highly welcome » dit-on dans les Universités, mais « getting good students is an issue ». Les professeurs renvoient aux sites web de leurs entités pour connaître les lignes directrices des cours et recherches menées sur les OGM au Kenya. Des travaux sur l'alimentation des bovins avec du maïs Bt ont été mentionnés à Kenyatta University. Les montants des bourses de PhD sont variables selon la source (les projets) entre 700 000 KSh/an et 1 500 000 KSh/an (environ 15 000 euros).

### ***Inventaire des institutions d'appui possibles en matière de taxonomie (en liaison avec les études de biodiversité végétale ou animale)***

Très peu de taxonomistes sont présents au Kenya. Une collection de référence existe à l'ICIPE (au sein de la Biosystematic Unit dirigée par Faabian Haas), avec des représentants des diverses espèces de lépidoptères foreurs de Graminées et leurs parasitoïdes (photo couverture). Une étude financée par le GEF sur les pollinisateurs (agents de services des écosystèmes, considérés dans les études de risques liées aux OGM) a été conduite par Dr. Mary Gikungu ([mgikungu@yahoo.com](mailto:mgikungu@yahoo.com)). Des besoins forts en taxonomie sont exprimés par le KARI qui adresse parfois des échantillons en Belgique (mouches des fruits e.g.).

### ***Laboratoires et infrastructures disponibles selon les institutions***

- Les laboratoires du KARI, avec la serre de Biosécurité (niveau 2) construite à Nairobi (cf. photo ci-dessous, gauche), permettent de réaliser certaines opérations dans des conditions d'enfermement correspondant aux exigences de la Loi de Biosécurité. Lors de notre passage, un essai réalisé avec du coton Bt (photo couverture) était destiné à étudier l'impact sur la faune microbienne du sol (sol importé de différentes régions). Je n'ai pu me rendre à la station de Mwea, située à 64 km dans le prolongement de la route de Thika, qui a concentré les essais de coton Bt. Mais la station de Thika (cf. photo ci-dessous, droite) comprend des bâtiments neufs et même des véhicules pour le projet coton Bt.





- La station de Kitale comprend un espace de 416 ha disponible pour diverses cultures. De nombreux sujets de recherche y sont traités à travers 14 projets de recherche : management des ravageurs des *Citrus*, du charançon des manguiers, de la banane (*Cosmopolites sordidus*), emploi pour l'horticulture d'extraits végétaux dont le neem, études sur la maladie de *Pennisetum purpureum* (Napier stunting disease) transmise par des cicadelles. Quatre projets concernent le maïs : screening d'accessions du CIMMYT et du Brésil et de collections locales, vis-à-vis de la tolérance aux maladies, aux insectes, notamment des denrées stockées comme *Prostephanus truncatus*, études des pertes durant le stockage, Protection intégrée contre les foreurs de tiges (avec phéromone du NRI, *mating disruption*) et les vers blancs (*whitegrubs*), stratégie de lutte contre la résistance (à la toxine de Bt) avec des observations sur les plantes hôtes refuges. Ce centre travaille en particulier sur la diffusion des programmes de « push-pull », toujours travaillés pour le mil et le sorgho sur la station de Mbita Point par Khan *et al.*
- Les laboratoires de l'ICIPE sont les mieux équipés pour les élevages (cf. photos ci-après). Toutes les espèces de foreurs et de parasitoïdes y sont élevées sur milieu



artificiel, en tubes individuels ou boîtes, et de façon à ne pas mélanger les espèces et les origines géographiques. Un technicien, Peter Malusi, y est spécialement affecté, uniquement pour les foreurs de tiges.

- Au plan des techniques de biologie moléculaire, c'est la plateforme de l'ILRI qui a été signalée comme la plus performante : le laboratoire BECA (Biological sciences East Central Africa).
- Le centre KESREF (ancienne entité du KARI) à Kisumu encadre des recherches effectuées sur la canne à sucre. La rencontre avec les chercheurs a confirmé que des données étaient disponibles sur les analyses de sol des producteurs suivis par cette institution, mais que pratiquement aucune connaissance n'existait en matière de bio-agresseurs au niveau de cette culture (Il n'y a pas d'entomologiste au KESREF). Dans

les recommandations techniques données dans un manuel du producteur, la culture de maïs comme plante-piège des foreurs de la canne est préconisée.

### ***Une conclusion importante de la visite : ré orienter la thématique dans le cas du maïs vers des études écologiques***

Les plants Bt ne sont pas encore prêts à être libérés commercialement au Kenya, avec toutefois l'exception du cotonnier, qui pourrait être commercialisé en 2011, voire 2012. La thématique de la durabilité de cette technologie est posée, notamment dans le cas du maïs, compte-tenu des modalités de sa culture au Kenya. Pour l'étudier de manière correcte, de nombreuses questions de recherche peuvent être encore abordées, dans les domaines de la biologie et de l'écologie des espèces de foreurs. Les mots-clés relatifs au projet en construction pourraient être : biodiversité, plantes-hôtes, refuges, déplacements d'insectes, étude de la sensibilité de base (aux toxines), écologie spatiale, durabilité, management de la résistance, services de régulation des écosystèmes, changement global, plantes Bt.

Si la mesure des impacts (évaluation post libération commerciale) reste le cœur du sujet, avec notamment la question centrale de la gestion de la résistance à/aux toxine(s), d'autres questions relevant des divers domaines mentionnés peuvent être posées :

- Au plan de l'écologie et de la biologie des espèces, comment s'effectuent les déplacements de populations (donc, les flux de gènes) d'une région à l'autre, d'une parcelle desséchée à une parcelle de maïs encore vert ?
- En termes d'impact potentiel de la culture des plants Bt, quelle est l'importance des fermes semencières de grandes superficies vis-à-vis des foreurs de tiges et de la « production » en leur sein des parasitoïdes ?
- Quelle est l'influence des habitats naturels, en particulier des plantes hôtes secondaires considérées comme refuges des bio agresseurs, vis-à-vis de leurs ennemis naturels ?

Une analyse approfondie de l'abondante bibliographie disponible doit permettre de répondre, pour partie, à ces diverses questions et de mieux définir les études complémentaires restant à développer.

## Appui à la doctorante Delphine Birman (CIRAD, UR SCA)

Intitulé du sujet de thèse : "*Mobilisation de savoirs locaux pour l'identification de services de l'agro-écosystème à l'échelle d'un terroir villageois : gestion de la fertilité et contrôle des bio-agresseurs.*" (Encadrement Cirad : Pascal Clouvel)

Notre passage avait pour but d'apporter un appui sur le volet « contrôle des bio-agresseurs ». Gerphas Okuku a pu analyser le premier tableau des résultats d'un entretien participatif conduit par Delphine et apporter des éclaircissements sur les relations entre termes vernaculaires *luo* et noms scientifiques de certains ravageurs. Il a également précisé certains détails sur le maniement de l'appareil GPS et apporté ses connaissances en matière d'échantillonnage du maïs. La visite de diverses exploitations et parcelles autour de Kisumu (lundi : district de Kisumu, lieux-dit de Kajulu et Kibos, mardi : route de Maseno, district de Vihiga, lieu-dit de Kima-Majengo) a permis d'observer quelques insectes et leurs dégâts sur maïs, et l'association haricot-sorgho (cf. photos). Le sorgho est cultivé en seconde saison afin de limiter le risque climatique (arrêt de la saison des pluies). Des dégâts de Chrysomelidae et la présence de pucerons sont relevés sur le haricot. Les foreurs du maïs et du sorgho sont *Chilo partellus* et *Busseola fusca*. Des larves de diptères (type asticot) sont également observées dans certaines tiges attaquées (cœurs morts).



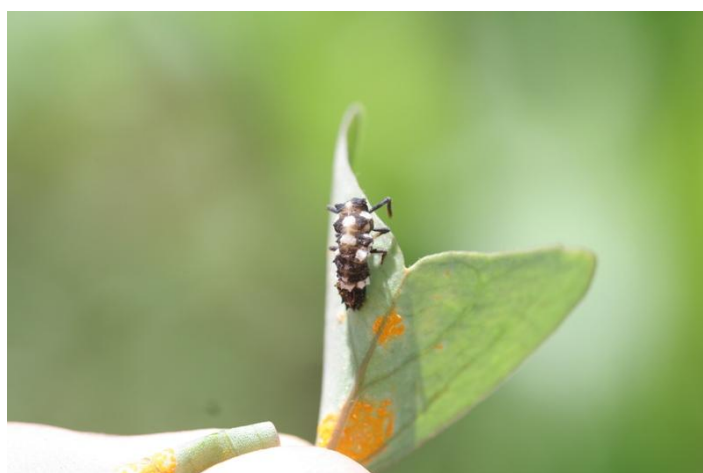


Un service de régulation naturelle facile à observer est celui lié à la présence d'insectes prédateurs des pucerons : larves et adultes de Coccinellidae, dont une espèce très colorée de *Cheilomenes* semble dominante lors de notre visite ; mouche verte brillante de la famille des Dolichopodidae (cf. photos).



Ce service ne doit pas faire oublier la présence d'ennemis naturels de ces prédateurs (cf. photo de larve de coccinelle parasitée).

Afin d'aider Delphine à reconnaître les principaux foreurs de Graminées et les groupes de prédateurs pouvant être présents au cours du cycle de production, de petits manuels d'identification lui ont été laissés, sous forme de support papier



(manuel ICIPE) ou de fichiers informatique. Les agriculteurs interrogés (de l'ethnie *luo*, récemment arrivée à l'agriculture) ne connaissaient pas la signification des espèces

rencontrées. La comparaison des connaissances relatives à ces insectes au niveau des diverses ethnies apportera peut-être des différences.

La striure du maïs (virose) et la mosaïque du manioc ont été les deux principales maladies observées. Des besoins de variétés résistantes sont clairement exprimés.

Avec l'évolution de la culture de la patate douce, des dégâts de Coléoptères Chrysomelidae Cassidinae devraient être visibles sur les feuilles. Les larves de ces derniers sont parfois parasitées. Pour identifier au fur et à mesure les ravageurs, leurs dégâts et leurs éventuels ennemis naturels, des manuels par plante devraient être recherchés au niveau des structures nationales (antenne du KARI à Kisumu ?). Le centre KARI de Kitale (Margaret Mulaa) est prêt à recevoir Delphine à tout moment.

Les futures enquêtes de Delphine lui permettront, en pays luya, de comparer/vérifier le degré de connaissances des agriculteurs en matière de services de régulation des ravageurs.

Un autre thème important développé par l'UR SCA est celui de l'influence du paysage et des alentours immédiats de la parcelle (composition floristique des haies, par exemple) sur la présence des ennemis naturels ou les niveaux de dégâts sur le maïs ou le sorgho. Le service des pollinisateurs serait un autre aspect à étudier potentiellement. La nouvelle région qui sera observée, sous forme d'exploitations située le long d'un transect partant de la forêt de Kakamega, permettra peut-être d'analyser des situations contrastées en termes de dégâts de foreurs qui devront être répertoriés selon une méthode d'échantillonnage (discussions avec Gerphas). Le rapport de Virginie Huguenin (Influence des pratiques agricoles, de la structure du verger et de son environnement immédiat, sur la mouche du fruit) sera transmis à Delphine lors du passage à Kisumu de Pierre Martin (CIRAD, UR SCA) en novembre 2010.

L'action des ONG sur le thème de la plantation de plantes médicinales (comme *Artemisia*, présente en forêt semble-t-il, et employée contre la malaria) est un aspect qui m'a semblé important à ne pas négliger pour ce qui concerne les services des écosystèmes.

Dans tous les cas, les observations de biologie sont consommatrices de temps et un appui à Delphine est sans doute nécessaire par des compétences locales ou importées (stagiaires).

Tableau de quelques prix (indicateurs) relevés lors de la visite.

Produit/semences/service	Coût (KSh)
Maïs	Hybride cycle de 3 mois : 380/2 kg Local cycle de 6 mois : 240/2 kg
Lait	35/1 litre
Fleurs de <i>Chrysanthemum pyrethrum</i> séchées	200/ kg
Engrais	DAP : 2000/ 1 sac au marché
Analyse de fertilité du sol (canne à sucre)	500



## En guise de conclusions : Action de recherches envisagées

Le thème central du projet reste celui de l'évaluation des impacts du changement global induit par l'introduction de plants génétiquement modifié (plants Bt) résistants aux ravageurs (cotonnier, maïs) et de la durabilité de ce type de technologie. Mais une inflexion et une approche plus écologique doit être apportée au volet/modèle maïs/foreurs.

### Pour le cotonnier

- Laboratoire (Icipe, si accord) : **lignes de base** (base-line) **de la sensibilité** de *H. armigera* (et autres lépidoptères Noctuidae, si présence) déterminée avec des essais biologiques (CL 50), réalisés avec les toxines purifiées ou introduites dans les plants (*a priori*, Cry1Ac et Cry2Ab) ;
- Terrain : les activités d'appui seront à définir en accord avec les chercheurs responsables du KARI et selon les priorités mentionnées en Annexe 6. Mais *a priori*, les **études d'impact environnementaux** sur les organismes arthropodes non-cibles (autres lépidoptères et ennemis naturels) et la biodiversité au sens large, constitueraient une priorité, après libération commerciale.

### Pour le maïs (en complément de - et en lien avec les autres études développées par l'IRD)

- Laboratoire : **lignes de base de la sensibilité** des nombreuses espèces rencontrées sur le maïs et élevées à l'ICIPE déterminée avec des essais biologiques (CL 50) réalisés avec les toxines purifiées ou introduites dans les plants (*a priori*, Cry1Ab et la nouvelle toxine) ; effet de la toxine Cry1Ab sur *Cotesia sesamiae* (à travers son hôte *B. fusca*), si ce **modèle tri trophique** plante Bt-hôte-parasitoïde était jugé intéressant/innovant par l'équipe de Agroscope (Jörg Romeis et F. Bigler en Suisse).
- Terrain : **dynamiques annuelles** des populations des adultes de noctuelles, déplacements d'insectes (avec des techniques similaires à celles travaillées en Afrique de l'Ouest par Ph. Menozzi, ADN bactérien privilégié), **influence de l'environnement immédiat ou du paysage sur la régulation naturelle** des foreurs (en liaison avec la thèse de D. Birman), étude particulière des **relations hôtes-parasitoïdes en grandes cultures** (région de Kitale, temps « 0 »), qui seront les premières utilisatrices des maïs Bt, avec un impact *a priori* non négligeable sur les populations des parasitoïdes de *B. fusca*.

Durant toutes les rencontres, la discussion a abouti à la nécessité d'accompagner les études d'évaluation agro-entomologique par la réalisation d'études socio-économiques (après libération). Des noms de chercheurs kenyans ont été évoqués : Dr. Stella Makokha, au KARI Biotechnology ([stellamakokha@yahoo.com](mailto:stellamakokha@yahoo.com)), Japhelt Waryama (KARI-Kitale). La présence de Hugo de Groote de retour au CIMMYT facilitera grandement les contacts avec les chercheurs français contactés (Université Paris IV -La Sorbonne) et intéressés par de telles approches.

## ANNEXE 1 Termes de référence de la mission

### Antécédents :

- Courrier du 17 février 2010 de R. Habib (directeur Persyst, CIRAD) à C. Borgemeister (Directeur général ICIPE);
- Courrier réponse C. Borgemeister ;
- Echanges Denis Depommier (Directeur régional Cirad) C. Borgemeister (19 février 2010) Florent Maraux (Directeur UR SCA) et Bernard Dreyfus (IRD, Directeur Département DRV) ;
- Echanges par email P. Silvie avec divers chercheurs KARI et autres institutions.

**Objectif général** : recueillir des éléments nécessaires à la rédaction détaillée du projet présenté dans une note de concept.

### Objectifs spécifiques :

- Rencontrer pour échanges d'informations les personnalités et chercheurs contactés par email (dont ICIPE, KARI, ...) ;
- Présenter la *concept note* du projet aux partenaires et bailleurs de fonds potentiels et recueillir leur perception, commentaires et critiques ;
- Etablir de nouveaux contacts avec les chercheurs nationaux entomologistes (Regina Tende, Charles Waturu) ou qui travaillent dans des domaines différents de l'entomologie (évaluation socio-économique) ;
- Visiter des sites majeurs d'expérimentations et les laboratoires des principaux organismes de recherche en agronomie pour mieux cerner les travaux possibles à réaliser sur place ;
- Inventorier les institutions d'appui possibles en matière de taxonomie (en liaison avec les études de biodiversité végétale ou animale) ;
- Rencontrer des universitaires (responsables, chercheurs-enseignants) afin d'acquérir des connaissances sur les modules de formation (Master) existant ou en cours de montage, portant sur l'évaluation des biotechnologies, dont les Plants Génétiquement Modifiés (PGM), dans l'optique de la définition d'activités de type *capacity building* ou *training*.

## ANNEXE 2 Déroulement de la mission



P.O. Box 30772-00100 Nairobi, Kenya  
Phone: +254 20 8632000; Fax: +254 20 8632001  
icipe@icipe.org  
www.icipe.org

**VISIT TO *icipe* BY**  
**DR. PIERRE SILVIE, ENTOMOLOGIST IRD/CIRAD**

**Monday, 20 – Friday, 01 October 2010**

### PROGRAMME

#### **Tuesday, 21<sup>st</sup> September**

6h15 Arrival of **Dr. Pierre Silvie** at the JKIA and is received by an *IRD* driver

- Afternoon Meetings at ICRAF (IRD, David Williamson & Evelyn Oroko/CIRAD, Hilda Kegode) (*Organized by Dr. B. Le ru*)

#### **Wednesday, 22<sup>nd</sup> September** (avec B. le Ru)

- 9h00 Meet Regina M. Tende, Entomologist – Bt maize [KARI-Katamani](#) (Contact: 0720361975)
- 13h00 Meet Muo Kasina, Economic Entomologist [KARI-NARL](#) (Contact: 0723375984)
- 15h00 Meet Dr. Nyamasyo (Sr. Lecturer, University of Nairobi)

#### **Thursday, 23<sup>rd</sup> September**

- 9h00 Meet Dr. Tadele Tefera, maize entomologist [CIMMYT](#) – Nairobi (ICRAF Campus)  
Contact: 7223000/0733720297
- 12h00 Meet Mr. Roland Gallow & Francis Miano ([BAYER](#) East Africa)  
Contact: 0710602611
- Afternoon: [ICIPE](#)

#### **Friday, 24<sup>th</sup> September**

- 9h30 Meet David Wafula ([IFPRI](#)/ISAAA, *Based at ILRI Campus*)
- 12h00 Meet Drs. Calistus Ogol, Michael Gicheru & Esther Kairu ([Kenyatta University](#))  
(avec B. le Ru)
- 15h00 Meet Dr. Charles N. Waturu, Entomologist Bt-cotton (Directeur du centre [KARI de Thika](#))  
Contact: 0722858017

**Saturday, 25<sup>th</sup> September**

- Travel to Kitale by road & accompanied by Gerphas Okuku and Christophe Plantamp (VIE)
- 15h00 Meet Margaret Mulaa ([KARI-Kitale](#)) Contact: 0722382769

*Sleep over in Kitale*

**Sunday, 26<sup>th</sup> September**

- 10h00 Morning meeting with M. Mulaa & Robert Nyukuri (PhD Student at [Moi University](#), Chepkoilel Campus) Contact: 0721558386
- Travel to Kisumu in the afternoon. *Sleep over in Kisumu*

**Monday, 27<sup>th</sup> September**

- 9h00 Meet Delphine Birman (PhD student) CIRAD and tour experimental plots within Nyanza Province (Kibos). *Sleep over in Kisumu*

**Tuesday, 28<sup>th</sup> September**

- 9h00 [KESREF](#) Meet Gordon Abayo, Betty Mulianga with Delphine Birman and tour within Nyanza Province (Sorghum).

**Wednesday, 29<sup>th</sup> September**

- 9h00 Travel to Nairobi
- 15h00 [KEPHIS](#) Meet Washington Otieno (general manager) & Samuel Mucheni (phytosanitary officer)

**Thursday, 30<sup>th</sup> September** (avec B. le Ru)

- 9h00 Meet Jean Albergel (Représentant [IRD](#)) & Gilles Ciornei (Gestionnaire)
- 10h00 Meet Fabrice Pinard (Directeur régional p.i., [CIRAD](#))
- 12h30 Meet Prof. Christian Borgemeister (Director General [ICIPE](#))

Venue: ICRAF

**Friday, 01<sup>st</sup> October**

Departure of **Dr. Pierre Silvie** at the JKIA and is dropped off by an *IRD* driver

### ANNEXE 3

#### Références bibliographiques de l'équipe IRD/ICIPE basée au Kenya, par thèmes de recherche (centrées sur le Kenya, donc partielles)

##### Synthèses

Calatayud P.-A., Le Rü B.P., Schulthess F. & Silvain J.-F., 2006. Les recherches sur les lépidoptères foreurs des graminées et leurs antagonistes: bilan et perspectives. *Annales de la Société Entomologique de France*, 42 (3-4), 259-262.

##### Etudes portant sur des aspects morphologiques

Calatayud P.-A., Tauban D., Marion-Poll F., Chintawi M., Le Rü B., Silvain J.-F. & Frérot B., 2006. Sexual dimorphism of antennal, tarsal and ovipositor chemosensilla in the African stemborer, *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera : Noctuidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, 42 (3-4), 403-412.

Juma G., Chintawi M., Ahuya P., Njagi P.G.N., Le Ru B., Magoma G., Silvain J.-F. & Calatayud P.-A., 2008. Distribution of chemo- and mechanoreceptors on the antennae and maxillae of *Busseola fusca* larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 128, 93-98.

Obonyo, M., Schulthess, F., Le Ru, B., Van Den Berg, J. & Silvain, J.-F. and Calatayud, P.-A. 2010. Sensory equipment on antennae, tarsi and ovipositor of the larval braconid parasitoids, *Cotesia sesamiae* (Cameron 1906) and *Cotesia flavipes* Cameron 1891 (Hymenoptera: Braconidae). *Annales de la Société Entomologique de France*. (sous presse).

##### Etudes comportementales portant sur les ravageurs :

- **Reconnaissance du partenaire sexuel (émergence et comportement d'appel, comportement de cour) ;**

Calatayud P.-A., Guénégo H., Le Ru B., Silvain J.-F. & Frérot B. 2007. Temporal patterns of emergence, calling behaviour and oviposition period of the maize stem borer, *Busseola fusca* (Fuller 1901) (Lepidoptera : Noctuidae), *Annales de la Société Entomologique de France*, 43 (1), 63-68.

Félix A.-E., Genestier G., Malosse C., Calatayud P.-A., Le Ru B., Silvain J.-F. & Frérot B., 2009. Variability in pheromone communication among different haplotype populations of *Busseola fusca*. *Journal of Chemical Ecology*, 35, 618-623.

Frérot B., Félix A.-E., Ene S., Calatayud P.-A., Le Rü B. & Guénégo H., 2006. Courtship behaviour of the African maize stemborer: *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. *Annales de la Société Entomologique de France*, 42 (3-4), 413-416.



- **Sélection et acceptation de la plante-hôte (composés organiques volatils, vol, oviposition)**

Calatayud P.-A., Ahuya P.O., Wanjoya A., Le Ru B., Silvain J.-F. & Frérot B. 2008. Importance of plant physical cues in host acceptance for oviposition by *Busseola fusca*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 126, 233-243.

Calatayud P.-A., Guénégo H., Ahuya P., Le Ru B., Silvain J.-F. & Frérot B. 2008. Flight and oviposition behaviour of the African stem borer, *Busseola fusca*, on various host plant species. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 129, 348-355.

Calatayud P.-A., Juma G., Njagi P. G. N., Faure N., Calatayud S., Dupas S., Le Ru B. Frérot B., Magoma G. & Silvain J.-F. 2008. Differences in mate acceptance and host plant recognition between wild and laboratory-reared *Busseola fusca* (Fuller). *Journal of Applied Entomology*, 132, 255–264.

### **Etudes comportementales portant sur les parasitoïdes (reconnaissance de l'insecte-hôte)**

Calatayud, P.-A., Gitau C., Calatayud, S., Dupas S., B. Le Ru, B.P. and Silvain J.-F., 2010. Variability in the reproductive biology and in resistance against *Cotesia sesamiae* among two *Busseola fusca* populations. *Journal of Applied Entomology* (sous presse).

Mailafiya D.M., Le Ru B.P., Kairu E.W., Calatayud P.-A. & Dupas S.. 2010. Geographic distribution, host range and perennation of *Cotesia sesamiae* and *Cotesia flavipes* Cameron in cultivated and natural habitats in Kenya. *Biological Control*, 54: 1-8.

Obonyo M., Schulthess F., Juma G., Wanyama O., Le Ru B. & Calatayud P.-A., 2008. Location, acceptance and suitability of lepidopteran stemborers feeding on a cultivated and wild host-plant to the endoparasitoid *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control*, 45 : 36-47.

Obonyo, M., Schulthess, F., Le Ru, B., Van Den Berg, J. & Silvain, J.-F. and Calatayud, P.-A. 2010. Importance of contact chemical cues in host recognition and acceptance by the braconid larval endoparasitoids *Cotesia sesamiae* and *Cotesia flavipes*. *Biological control*, 54 (3): 270-275.

### **Diversité biologique des foreurs de tiges ou de leurs ennemis naturels**

Le Rü B. P., Ong'amo G.O., Moyal P., Ngala L., Musyoka B., Abdullah Z., Cugala D., Defabachew B., Haile T.A., Matama-Kauma T., Lada V.Y., Negassi B., Pallangyo B., Ravololonandrianina J., Sidumo A., Omwega C.O., Schulthess F., Calatayud P.-A. & Silvain J.-F., 2006. Diversity of Lepidopteran stem borers on monocotyledonous plants in eastern Africa and the islands of Madagascar and Zanzibar revisited. *Bulletin of Entomological Research*, 96, 555-563.

Mailafiya D.M., Le Ru B.P., Kairu E.W., Calatayud P.-A. & Dupas S., 2009. Species diversity of Lepidopteran stem borer parasitoids in cultivated and natural habitats in Kenya. *Journal of Applied Entomology*, 133, 416-429.

Mailafiya D.M., Le Ru B.P., Kairu E.W., Calatayud P.-A. & Dupas S. 2010. Factors affecting stem borer parasitoid diversity and parasitism. *Environmental Entomology*, 39 (1): 57-67.

## Phylogéographie, génétique des populations

Sezonlin M., S. Dupas, B. Le Rü, N. Faure, P., Le Gall & J.-F. Silvain, 2005. Phylogeographic pattern and regional evolutionary history of the maize stalk borer *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera, Noctuidae) in sub-Saharan Africa. *Annales de la Société Entomologique de France*, 42 (3-4), 339-351.

Sezonlin M., S. Dupas, B. Le Rü, P. Le Gall, P. Moyal, P.-A. Calatayud, I. Giffard, N. Faure & J.-F. Silvain, 2006. Phylogeography and population genetics of the maize stalk borer *Busseola fusca* (Lepidoptera, Noctuidae) in sub-Saharan Africa. *Molecular Ecology*, 15 (2), 407-420.

## Distribution géographique, plantes hôtes

Le Rü B.P., Ong'amo G.O., Moyal P., Muchugu E., Ngala L., Musyoka B., Abdullah Z., Matama-Kauma T., Lada V.Y., Pallangyo K., Omwega C., Schulthess F., Calatayud P.-A. & Silvain J.-F., 2006. Geographic distribution and host plant ranges of East African noctuid stem borers. *Annales de la Société Entomologique de France*, 42 (3-4), 353-361.

Mailafiya D.M., Le Rü B.P., Kairu E.W., Calatayud P.-A. & Dupas S. 2010. Stem borer parasitism on cultivated cereals and natural host plants in Kenya. *Journal of Insect Science* (sous presse).

Ong'amo G.O., Le Rü B.P., Dupas S., Moyal P., Calatayud P.-A., Silvain J.-F., 2006. Distribution, pest status and agro-climatic preferences of lepidopteran stem borers of maize in Kenya. *Annales de la Société Entomologique de France*, 42(2), 171-177.

Ong'amo G.O., Le Rü B. P., Dupas S., Moyal P., Muchugu E., Calatayud P.-A. & Silvain J.-F., 2006. The role of wild host plants in the abundance of lepidopteran stem borers along altitudinal gradient in Kenya. *Annales de la Société Entomologique de France*, 42 (3-4), 363-370.

Ong'amo G.O., Le Rü B.P., Moyal P., Calatayud P.-A., Le Gall P., Ogot C.K.P.O., Kokwaro E.D., Capdevielle-Dulac C. & Silvain J.-F., 2008. Host plant diversity of *Sesamia calamistis* : cytochrome *b* gene sequences reveal local genetic differentiation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 128, 154-161.

Otieno, N. A., Le Rü B. P., Ong'amo G.O., Dupas S., Calatayud, P.-A., Makobe M., Ochora J. & Silvain J.-F., 2006. Diversity and abundance of wild host plants of Lepidopteran stem borers in two different agro ecological zones in Kenya. *Annales de la Société Entomologique de France*, 42 (3-4), 371-380.


Otieno N.A., Le Rü B., Ong'amo G.O., Moyal P., Dupas S., Calatayud P.-A. & Silvain J.-F. 2008. Diversity and abundance of wild host plants of Lepidopteran stem borers in two agro ecological zones of Kenya. *International Journal of Biodiversity Science and Management*. 4: 1-12.

## ANNEXE 4 Contacts

**Tadele Tefera, PhD**  
Associate Scientist/Maize Entomologist


Email: t.tefera@cgiar.org

**CIMMYT**

 **icipe**  
African Insect Science for Food and Health

**Carolyn Atieno Akal**  
Executive Assistant  
Director General's Office


P. O. Box 30772-00100 Nairobi, Kenya  
Phone: +254 (20) 8561686  
Fax: +254 (20) 8561690  
Office Cell: +254 (0)722-329934  
Cell: +254 (0)722-380015  
Email: akal@icipe.org  
www.icipe.org

 **KARI - THIKA**  
HORTICULTURAL RESEARCH CENTRE

**Dr. Charles Waturu Nderito**  
Centre Director  
(Entomologist/Insect Nematologist)

**KARI - THIKA**  
H.R.C  
P.O. BOX 220-01000 THIKA.


Tel: Office 020-2055038  
Cell: 0722-858017  
T/wireless: 020-3536502  
Email: karithika@africaonline.co.ke  
karithika12@gmail.com

 **Kenyatta University**

**E. W. Kairu (PhD)**  
Senior Lecturer  
Department of Zoological Science

Tel: +254-02-8710901/8711278  
Cell: +254-722 340 733

Email: eunicekairu@yahoo.com  
kairu-eunice@ku.ac.ke


 **Kenyatta University**

**Dr. Michael M. Gicheru, BVM (UON) PhD (KU)**  
Senior Lecturer (Immunologist)  
Department of Zoological Sciences

P. O. Box 43844-00100 Nairobi, Kenya  
Tel: +254 020 8710901/8711278  
Cell: 0722 609 765

Email: gicheru.michael@ku.ac.ke  
muitaku@gmail.com  
Website: www.ku.ac.ke

**GIDEON H. N. NYAMASYO (PhD)**  
Snr. Lecturer, University of Nairobi  
(Consultant in all Environmental Issues, Scientific Proposals and Reports and Community Mobilization)

 **Dr. Muo Kasina**  
Economic Entomologist  
(Pest Management, Pollination Management)  
*Coordinator, Bt maize project in Kenya*

**Crop Protection and Biotechnology Programmes**  
Kenya Agricultural Research Institute (KARI)  
National Agricultural Research Laboratories (NARL), Kabete  
P.O. Box 14733-00800 Waiyaki way, Nairobi  
Tel. +254-20-444 4144 ext 308;  
Dir. +254-20-2392710; Fax: +254 20 444 3926;  
Cell. +254-723-375 984/ +254-738-199 323  
Nairobi, Kenya  
Email: mkasina@yahoo.com  
www.kari.org


**EIA/EA Lead Expert**  
Zoologist / Entomologist / Environmentalist

P.O. Box 30197-00100 Nairobi  
Mobile: 0722 874591  
Email: gnyamasyo@uonbi.ac.ke

 **Washington Otieno, PhD**  
General Manager  
Inspection Operations  
*Planning & Implementation*

**KENYA PLANT HEALTH INSPECTORATE SERVICE (KEPHIS)**

Oloolua Ridge-Karen, P.O. Box 49592, 00100, Nairobi, Kenya  
Tel: 254-020-3536171/2, 3597201/2/3, Fax: 254-020-3536175  
Mobile: 0722-516221/0733-874274; 0722-427097  
Email: director@kephis.org • wotieno@kephis.org  
Website: www.kephis.org

 **Samuel Muchemi**  
Senior Phytosanitary Officer  
(Msc.Agri.Ento.)

**KENYA PLANT HEALTH INSPECTORATE SERVICE (KEPHIS)**

Po Box 49592-00100, Oloolua Ridge, Karen, Nairobi, Kenya  
Tel: 254-020-3536171/2. Fax: 254-020-3536175  
Mobile: +254-722516221  
Email: director@kephis.org  
smuchemi@kephis.org



**Bayer**

**Roland Gallow**  
Country Head  
Bayer CropScience

Tel. +254 20 8560667-74/8561251  
D/L +254 20 8561647  
Fax +254 20 8561636/8560935  
Mobile +254 710 602611  
roland.gallow@bayercropscience.com  
www.bayer.com



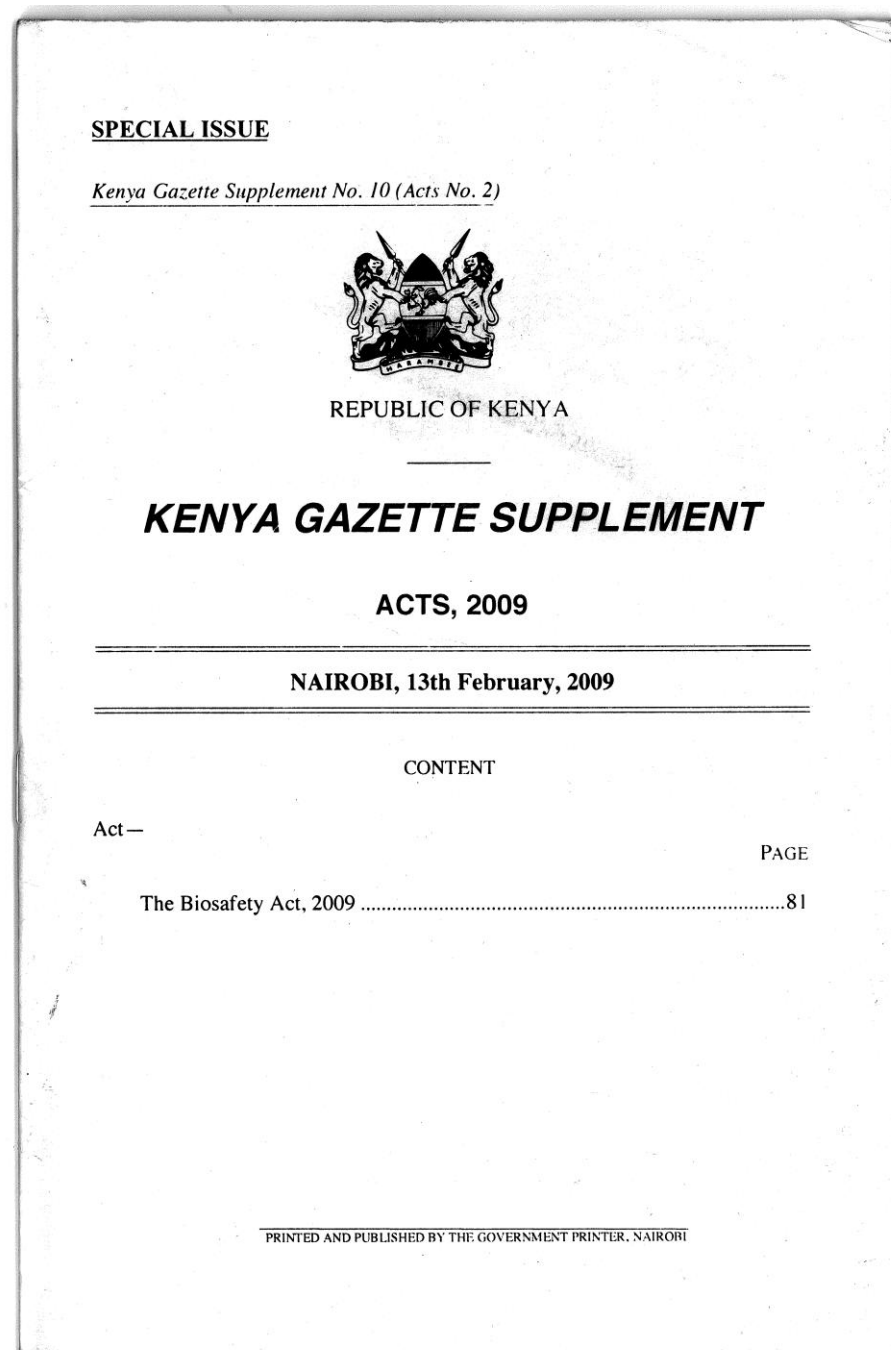
**Bayer**

**Francis M. Miano**  
Development Manager  
CropScience Division

Bayer East Africa Ltd.  
Thika Rd/Outer Ring Rd., Ruaraka  
P.O. Box 30321, 00100 GPO  
Nairobi, Kenya.  
Tel. +254 20 8560667-74/8561251/8560060  
Fax +254 20 8561636/8560935  
Mobile +254 20 0722-510698  
fmiano@bayer.com  
www.bayer.com

*francis.miano@bayer.com*

## ANNEXE 5 Loi de biosécurité au Kenya (couverture)





**ANNEXE 6** Recherches prévues pour l'accompagnement du coton Bt  
après sa libération commerciale (Dr. Ch. Waturu, comm. pers.)



## Further Research

### Statutory Research

- Special attribute National Performance Trials (NPT) for DP485, DP486 and DP487
- Durability Uniformity Stability (DUS) tests for DP485, DP486 and DP487

### Insect Resistance Management

- Assessment of the potential risk for the development of resistance
- Baseline Susceptibility of African bollworm to *Bt* Cry1Ac and Cry2Ab2 insecticidal proteins
- Relative abundance of African bollworm on alternative host plants

### Social economic studies

- Economic and social impacts of the introduction of Bt cotton in smallholder farming systems in Kenya

### Environmental Impact Research

- Environmental impact of genetically modified cotton in Kenya
- Evaluate gene-flow between Bt cotton and wild cotton from east Africa (ongoing under the BBI project)

### Other Research

- Introduction of transgenic herbicide tolerant and insect resistant cotton for Contained Field Trials in Kenya